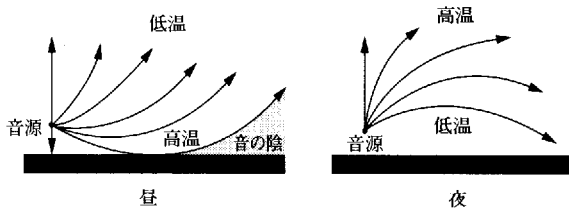
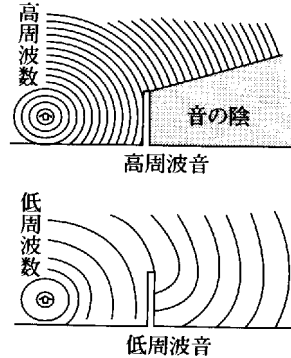


1-1 音の屈折 A: 媒質 I 内の音速の方が速い場合  
B: 媒質 II 内の音速の方が速い場合



1-2 空気中の温度差による音の屈折



1-3 音の回折

屈折；媒質の境目を音が通る時に、その経路が曲がる（図 1-1）。同じ物質の中でも屈折は起こる。空気中に温度の異なる部分があると、その境目で屈折が生じる。たとえば、昼は聞こえなかった遠くの音が、夜聞こえることがある。昼は地表に近いほど気温が高く音速が速いため、音は上空へ向かって連続的に屈折する（1-1A を逆さまにみるとわかる）。これに対し、夜は地表付近の気温が下がって音速が遅くなり、地表へ向かって屈折していくため 1-1B を逆さまにみるとわかる）、遠くまで音が伝わるのである（図 1-2）。

一方、回折とは、かんたんにいえば、障害物の陰にも音が伝わることである（図 1-3）。たとえば、防音塀が設けられている高速道路では、塀の陰になって道路を走っている車は見えないが、音は回折して届くので聞こえる。

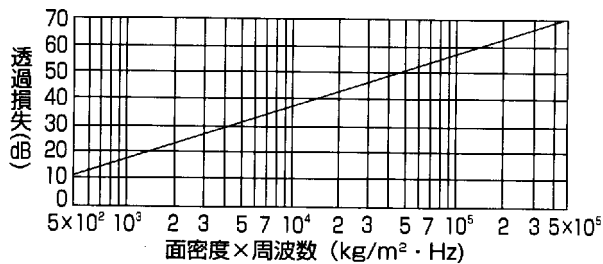
回折の程度は、障害物の寸法と音の波長の関係で決まり、波長が寸法より大きいとき著しいので、**低音ほど回折しやすい**ということになる。

ちなみに、光は波長がきわめて短いために回折しにくい。

・壁の遮音性能は低音域で悪い

遮音性能：壁に入る音の強さと壁を透過する音の強さの比をデシベルで表した「透過損失」で表わされる。

$$\text{透過損失} = 20 \log_{10}[\text{面密度} \times \text{周波数}] - 43(\text{dB})$$



1-4 一重壁の透過損失の質量則

これは透過損失の質量則と呼ばれ、壁の重量、あるいは周波数が二倍になると透過損失が六デシベル増加する、つまり透過音の強さが半分になることを示す。一般に、**壁の遮音性能は必ず低音域で悪く、高音域ほどよい**。この関係から、**低音の遮音が難しい**ことがわかる。また、**壁の厚さ（重量）を二倍にしても、透過損失はたかだか六デシベルしか増えない**ことも示している。

・通信カラオケ

MIDI データなら、演奏された音楽そのものを録音した場合の情報量から比べると非常に小さい情報量ですむので、通信回線を使用して安価、かつ迅速に送受信できる。したがって、カラオケ会社の本社コンピュータに、ある曲の MIDI 情報が登録されると、すぐに、日本中のカラオケボックスから通信回線経由でこの情報を読み込み、演奏することができるというわけである。

・ベートーベン

ベートーベン（1770～1827）は、四〇歳くらいにはほとんど耳が聞こえなかったという。では、どのよう

にしてあの素晴らしい作品の数々を生み出したのだろうか？

ベートムンは、ピアノで作曲するときには短い棒を用意して、棒の一方を口にくわえてもう一方をピアノに押しつけ、ピアノの音を聞いたという。弦の振動はピアノの筐体に伝わり、棒を通して頭蓋骨を振動させる。この振動が音として知覚される。すなわち、彼は、**骨導音としてピアノの書を聞いていた**のである。

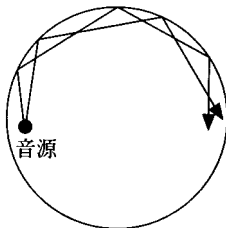
#### ・超音波洗浄

水中の超音波では比較的かんたんに一気圧近い音圧（音による圧力変化）を発生させることができる。

音圧が一気圧に達する瞬間に水がちぎれて小さな空洞（泡）ができ、そこに水中に溶け込んでいた気体がたまる。これが**キャビテーション（空洞現象）**である。そして、再び圧力が大きくなると、この空洞が潰れる。これを繰り返すわけであるが、空洞が潰れるときに数百気圧ともいわれる大きな力が発生するのである。汚れはこの力によって除去される。

キャビテーションの力は強大で、超音波洗浄器の中にアルミフォイルなどを入れると小さなツブツブの穴がたくさんできることがある。

#### ・ささやきの回廊



4-14 ささやきの回廊 反射性の凹曲面に沿って音が繰り返し反射して伝わる

ロンドンのセントポール大聖堂の円形ドーム内部には、丸天井に沿った回廊がある。ここではささやき声が遠く離れた反対側にいる人にまでよく聞こえるので、「ささやきの回廊（whispering gallery）」と呼ばれている。

一般にこのような凹曲面があると、図 4・14 のように音が繰り返し反射して遠くまで伝わりやすい。

イタリアのシチリア島には、古代の捕虜収容所として使われた洞穴があり、同様な現象で知られている。そのため中の話し声がよく聞こえるので、「ディオニソスの耳」と呼ばれ、捕虜からの情報収集にも使われていたという。

#### ・変電所の音

環境騒音として出会う低い音といえば、**変電所のブーン**という音がある。磁性体に交流磁界を加えると、交流の一周期のあいだに二回大きな力を受ける。

このため、磁性体は、加えられた交流の周波数の二倍の周波数で振動する（この現象を**磁歪振動**という）。変電所のブーンという音は、この磁歪振動によるものである。したがって、この音は、東日本では一〇〇ヘルツ、西日本では一二〇ヘルツとなる。

#### ・超低周波数

騒音問題という立場でみると、二〇ヘルツ以下の超低周波数による苦情は、意外な形であらわれることが多い。たとえばそれは、**風も吹いていないのに窓や障子がガタガタ**いう、などといったものである。お化けではないのかと思うが、実は、近くの工場の大きな送風機（ブローア）などから出ている、きわめて低い周波数の騒音がその正体なのである。

このような超低周波音は普通の人には聞こえないが、音は確かに伝わってきて窓や障子を振動させるというわけである。また、**超低周波音は、聞こえはしなくとも、血圧の上昇などを引き起こす**こともある。

#### ・カップ麺のフタは超音波でくっつける

カップ麺のフタをつけるのに接着剤は使わない。カップとフタを重ねた上に超音波振動子を押しつけ、**数十キロヘルツの振動をコンマ何秒か加えると、溶けてくっついてしまう**。これが**超音波溶接**である。カップとフタの接触部が超音波振動で擦れて温度が短時間で上昇するためにくっつくのである。たとえば二〇キロヘルツでは、たった〇・一秒で二〇〇〇回も擦り合うことになる。有害な有機溶剤を使わず、乾燥時間も不要なので、プラスチックの接合に広く用いられている。**自動車のテールランプカバーの貼り合わせ**や、スキーウェアの縫製などもこれである。また、半導体 IC チップから引き出すたくさんの細い電線も同じ原理の「IC ボンダー」で接続されている。